

Desarrollo de un “simulador” de impacto urbano, para apoyar la formación, en métodos cuantitativos, de planificadores y gestores urbanos

Report de recerca Nº 2

Jorge Cerda Troncoso

Marzo 2009

Problema de investigación: En el proceso de formación de planificadores y gestores urbanos existe una gran falencia, primero en la dimensión del conocimiento y manejo de los métodos cuantitativos, y luego en la factibilidad de aplicarlos a problemas reales. Entonces, es mucho el tiempo invertido, en los distintos programas de formación, en el entrenamiento en estas técnicas, quedando muy poco tiempo para su aplicación.

Objetivos: desarrollar un simulador de sistema urbano, basado en métodos cuantitativos reconocidos y rigurosos en el modelamiento de ciudades, pero que sea de fácil utilización por parte de alumnos con poca experticia cuantitativa.

Si bien el concepto de simulación es bastante complejo y acotado, en este trabajo se entenderá por simulador al programa en donde el usuario puede modificar ya sean variables o condiciones de entrada, y obtiene un resultado respecto de determinadas variables de estado del sistema urbano

Metodología: la metodología seguido en este desarrollo fue comenzar de un problema real a ser resuelto por lo alumnos, y a partir de los requerimientos de este, diseñar e implementar (en Excel) un procedimiento de distintos cálculos, que permitan a los usuarios de la aplicación, tomar decisiones respecto de la problemática originalmente planteada.

Resultados:

Problema real a resolver

Se trata de decir la mejor localización de un parque urbano. La localización óptima es aquella que, dentro de las mejores, minimice los costes sociales, maximice el acceso del conjunto de la población a las áreas verdes, y provoque revalorización de las viviendas de los estratos sociales más bajos, como efecto redistributivo.

El modelo urbano

Nuestro sistema urbano está conformado por 100 localizaciones, una parrilla de 10 x 10 espacios discretos definen el espacio en el cual trabajaremos. Cada celdilla es, digámoslo así, una manzana, los límites de cada celdilla corresponden a los ejes de las calles que circundan a cada manzana. Se trata, por tanto, de una ciudad reticular.

En nuestra ciudad, como en todas las desarrolladas en el seno del capitalismo, existe una marcada estratificación social, que como reflejo físico, se manifiesta en áreas diferenciadas para grupos de diferentes niveles de renta. En el trabajo se analizarán solo los estratos Alto y Medio bajo.

Todas las manzanas están actualmente construidas y ahora sólo existe un parque. El ayuntamiento está estudiando la localización idónea para localizar un nuevo parque de 1x1, es decir, que origine la re-localización de toda la población de una manzana (celdilla).

Algoritmos del sistema urbano

La decisión que usted debe tomar es respecto de que manzana será la que reciba el nuevo parque. Para tomar esta decisión usted cuenta con una aplicación que ha sido construida para analizar tres efectos de su decisión. El primero tiene que ver con saber a cuantas personas (de que estrato) se deberá re-localizar producto de la construcción del parque. El segundo efecto tiene que ver con la población que accederá a ambos parques (el existente, y el nuevo), y el costo de interacción. El tercer y último efecto tiene que ver con la re-valorización de las viviendas afectadas por la intervención.

El sistema implementado entrega resultado para cada uno de estos tres efectos, para cada localización que se quiera evaluar.

La decisión final, de cuál será la localización del parque, debe obligadamente considerar estos tres factores. Será usted (o su grupo) el que debe argumentar su decisión en base a las evaluaciones entregadas por el sistema.

A continuación se explican los distintos procedimientos utilizados en los cálculos.

1. **Población afectada:** El método de cálculo en este caso es muy simple, pues es información base del sistema. Cada vez que usted elija una localización a evaluar, el sistema indicara cuanta población de estrato Alto y Medio bajo residen en la manzana elegida para localizar el parque. Este impacto debe ser el mínimo posible, por la complejidad sociológica, psicológica, económica, etc, que trae la re-localización de la población.
2. **Demanda y Movilidad hacia el parque:** El sistema urbano que usted posee presenta un comportamiento gravitatorio en lo que se refiere a la demanda e interacción con los parques. Este comportamiento sigue la siguiente relación

$$T_{i,PARQUE} = P_i * \frac{1}{\exp(d_{i,parque}^{\beta})} \quad (1)$$

- $T_{i,parque}$: es el número de residentes que, por tal de disfrutar de las áreas verdes, salen de la manzana i y viajan al parque más cercano.
- P_i : es el número de personas que viven en cada manzana i .
- B (β) : es el exponente que caracteriza la fricción que ejerce el espacio sobre los viajes hacia los parques.
- $d_{i,parque}$: es la distancia desde la manzana i al parque más cercano

Como se puede apreciar de la ecuación (1), si la manzana se encuentra a una distancia muy corta del parque (tendiente a cero), el factor de fricción será casi 1, lo que significa que toda la población de dicha manzana visitara el parque. En cambio, para una manzana muy alejada, la parte de abajo de la fracción será muy grande, por lo que la fracción será muy pequeña, lo que quiere decir que un número muy reducido de habitantes de dicha manzana visitaran el parque. Luego el factor de fricción se puede interpretar como el porcentaje de la población que visitará el parque, que disminuye en función a la distancia.

Para cada localización del nuevo parque, el sistema calcula; a) la demanda total, es decir, la población total que visitara algún parque. b) el costo total de interacción que genera la población que visita los parques, que corresponde a la suma de la multiplicación de la demanda por la

distancia que debe recorrer, es decir, es la distancia total recorrida por todos los residentes que visitarán algún parque. c) la distancia media que debe recorrer un residente promedio para acceder al parque más cercano.

3. **Valor de las viviendas:** El valor de las viviendas por unidad de superficie varía a lo largo del espacio urbano en función de los siguientes atributos:

Accesibilidad: a las áreas verdes (parques), a los centros de empleo, y a los centros de servicios.

Jerarquía social del espacio: entendida como % de personas de estrato alto por manzana.

Calidad de la urbanización: entendida como un indicador agregado que mide el estado de conservación y la calidad de las calles y de los edificios.

La manera en que se relacionan estos atributos del territorio al valor de vivienda (valor por unidad de superficie), tiene la estructura de un modelo hedónico, con la siguiente función:

$$(V_v / S)_i = (C_{te} + B_E A E_i + B_S A S_i + B_P A P_i + B_J J_i + B_C C_i) \quad (2)$$

Donde:

V_v / S_i = Valor medio por unidad de superficie de las viviendas en la manzana i

C_{te} = Constante del modelo

$A E_i$ = accesibilidad a los centros de empleo, de la manzana i

$A S_i$ = accesibilidad a los centros de servicios, de la manzana i

$A P_i$ = accesibilidad al parque más cercano de la manzana i

J_i = jerarquía social de la manzana i (porcentaje de estratos altos)

C_i = calidad de la urbanización de la manzana i.

Este modelo de precios hedónicos (2) se calibra aplicando la técnica de regresión lineal, con lo que se obtienen los parámetros (C_{te} , B_E , B_S , B_P , B_J , y B_C). El sistema implementado, requiere que usted ingrese los parámetros calibrados, para efectuar los distintos cálculos. Una vez ingresados los coeficientes calibrados de la regresión, el sistema calcula el nuevo valor medio de vivienda por unidad de superficie, para cada manzana, producto de la modificación de la variable de accesibilidad al parque más cercano. Con esta variación de valores por manzana se calcula la variación promedio por vivienda para todo el sistema. El sistema también calcula el denominado "Valor presente de recaptación para los próximos 20 años". Este valor corresponde a lo que potencialmente el Municipio podría recaptar, vía impuesto específico, para reinvertir en el territorio. La forma de cálculo es a través del Valor Presente Neto (VAN) del IBI (1% del aumento total real), considerando un horizonte de 20 años, y una tasa de capitalización del 0,8309% anual (calculado a partir del EURIBOR y la tasa de inflación). En síntesis, es el beneficio que el municipio puede recaptar, y reinvertir en el territorio.

Aplicación en Excel

La aplicación construida para esta práctica es el fichero MICRO SISTEMA URBANO.xls, que contiene las siguientes hojas:

Datos originales: en donde se muestra un esquema del microsistema urbano a considerar, al igual que la red topológica de interacción. En esta página se presentan los datos de cada manzana respecto de la población total, porcentaje de estratos altos, accesibilidad a los centros de servicios (distancia), accesibilidad a los centros de empleo, accesibilidad al parque existente, calidad urbanística de la manzana (producto de un análisis factorial), y valor de la vivienda por metro cuadrado promedio de la manzana.

Panel de análisis: en esta hoja esta el área en donde se puede elegir una localización para el nuevo parque, y se muestran los resultados de cada elección. En el área amarilla denominada “Elección del nuevo parque”, se debe ingresar un valor 1 en la manzana que se quiera evaluar como nueva localización. En todo el área amarilla sólo debe existir un solo valor 1. En el área celeste denominada “Coeficientes de regresión precios hedónicos”, se deben ingresar los coeficientes que resulten de la calibración del modelo requerido. Importante es el hecho que los coeficientes deben ser ingresados con sus signos correspondientes. A la derecha de las áreas de ingreso de la información están los reportes de las variables antes mencionadas. Estos reportes se recalculan automáticamente. Además del cómputo se muestran:

- Un grafico de barras que indica la cantidad de población, por estrato, y el aumento de valor de sus viviendas.
- Cartas temáticas respecto de la nueva situación de accesibilidad a parques, y la nueva estructuras de demanda de los parques
- Cartas temáticas respecto de los antiguos valores de viviendas por metro cuadrado, los nuevos valores (producto del cambio en la accesibilidad al parque), y las zonas de aumento de valores.

Elección del nuevo parque

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

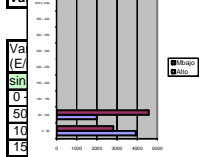
Coeficientes regresión precios hedónicos

Constante	4000
% Alto	2.4
Acc. Servicios	-2.4
Acc. Empleos	-2.4
Acc. Parques	-2.4
Calidad urbanística	2.4

Poblacion a Re-ubicar	Altos	180
	Mbajos	252

Demanda total de los parques	5.557
Interaccion total	77.747
Distancia media de acceso	14.0

Aumento medio por vivienda (E/m2)	85,1
Val 20 años	3.480.674



200 - 250	0	0
250 - 300	0	0
300 - 350	0	0
350 - 400	0	0
400 y más	0	0
Total	5936	7388
%	45	55

Nueva accesibilidad a parques

56	44	35	30	29	20	13	17	22	28
49	37	28	23	22	13	5	12	18	24
44	31	23	18	17	8	0	7	12	18
38	25	16	11	19	14	7	13	19	25
32	19	12	5	13	20	12	19	25	31
29	16	6	0	8	17	17	24	30	35
33	22	12	6	14	22	23	30	36	41
38	27	18	12	19	28	29	36	42	47
44	35	26	19	25	34	36	42	48	53
50	41	32	25	32	40	43	49	55	60

Nueva demanda de parques

2	7	12	14	11	39	107	81	47	20
4	16	28	35	31	91	236	151	80	40
7	30	54	68	61	166	432	272	146	73
11	46	82	109	38	80	204	131	69	34
14	67	106	149	82	38	101	67	34	17
15	77	143	0	152	51	54	37	19	9
8	38	77	180	106	39	26	18	8	4
3	17	56	127	79	30	20	8	4	1
2	10	32	74	51	20	14	6	3	1
1	4	16	35	24	9	6	2	1	0

Matrices, Calculo de valores, Calculo de interacciones: en estas hojas se realizan automáticamente los cálculos. Por esto el alumno no debe modificar estos valores.

Esta aplicación ha sido aplicada en distintas asignaturas de postgrado, en el contexto de métodos cuantitativos. El resultado ha sido bastante satisfactorio, en el sentido que:

- Los alumnos, fácilmente han logrado utilizar la herramienta
- Por lo anterior, se ha invertido más tiempo en las discusiones y elección de la alternativa de localización, a la luz de los valores que entrega la aplicación, que en el cálculo de indicadores de apoyo a la toma de decisión.